

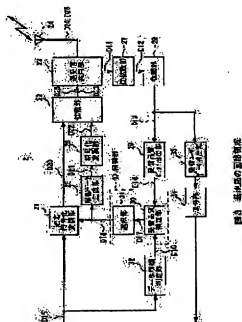
(11)Publication number : 2003-174485  
(43)Date of publication of application : 20.06.2003

H04L 27/00  
H04B 7/26  
H04L 1/00

(71)Applicant : SONY CORP

(72)Inventor : SATO MASANORI

**SOLUTION:** An encoded modulation system is selected and used corresponding to a receiving quality estimate value reported from a portable telephone set 3 and the data kind of a transmitting signal D15 to be transmitted to the relevant portable telephone set 3 so that the transmitting signal D15 can be modulated and transmitted with the data communication quality predicted to be requested by the portable telephone set 3.



(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 4 L 27/00		H 0 4 L 1/00	E 5 K 0 0 4
H 0 4 B 7/26		27/00	Z 5 K 0 1 4
H 0 4 L 1/00		H 0 4 B 7/26	M 5 K 0 6 7

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-374587(P2001-374587)

(22) 出願日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐藤 雅典

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 直基

Fターム(参考) 5K004 AA05 AA08 FA05 JA03

5K014 AA01 DA01 GA02 HAO6

5K067 AA13 AA23 BB21 DD44 EE02

EE10 GG01 GG11 HH21

(54) 【発明の名称】 データ通信制御システム、送信機及び送信方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、送信すべきデータの種類のに応じたデータ通信品質を保証し得るようにする。

【解決手段】本発明は、携帯電話機3から通知された受信品質推定値及び当該携帯電話機3へ送信すべき送信信号D15のデータ種類に応じた符号化変調方式を選定して用いるようにしたことにより、携帯電話機3が要求するであろう予測したデータ通信品質で送信信号D15を変調して送信することができる。

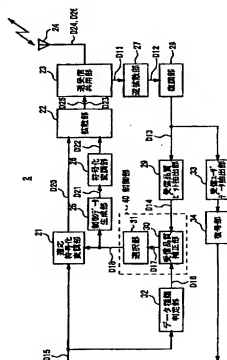


図3 送信機及び受信機の構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データを送信する送信機と、当該送信機から所定の通信路を経て上記データを受信する受信機との間におけるデータ通信品質を制御するデータ通信制御システムにおいて、

上記送信機から受信した受信データに基づいて上記通信路における受信感度を推定し、その推定結果を上記送信機へ通知する上記受信機と、

上記受信機から通知された上記推定結果及び上記受信装置へ送信すべき上記データの種類のに応じた変調方式を選定し、当該変調方式で当該データを変調して送信することにより上記データ通信品質を適応的に制御する上記送信機とを具えることを特徴とするデータ通信制御システム。

【請求項 2】 上記送信機は、上記受信機へ送信すべき上記データの種類の応じて上記受信機から通知された上記受信感度に対して重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ通信制御システム。

【請求項 3】 上記送信機は、上記通信品質としてデータ伝送の信頼性を重視する場合には、上記受信機から通知された上記受信感度を当該受信感度よりも劣悪な値となるように上記重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ通信制御システム。

【請求項 4】 上記送信機は、上記通信品質としてデータ伝送速度を重視する場合には、上記受信機から通知された上記受信感度を当該受信感度よりも良好な値となるように上記重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ通信制御システム。

【請求項 5】 所定の通信路を経て受信した受信データに基づいて推定された上記通信路における受信感度の推定結果を受信機から受信する受信手段と、上記推定結果及び上記受信装置へ送信すべき上記データの種類のに応じた変調方式を選定し、当該変調方式で当該データを変調して送信することにより上記データ通信品質を適応的に制御する制御手段とを具えることを特徴とする送信機。

【請求項 6】 上記制御手段は、上記受信機へ送信すべき上記データの種類の応じて上記受信機から通知された上記推定結果の値に対して重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 5 に記載の送信機。

【請求項 7】 上記制御手段は、上記通信品質としてデータ伝送の信頼性を重視する場合には、上記受信機から通知された上記受信感度を当該受信感度よりも劣悪な値となるように上記重み付けを行う

ことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 5 に記載の送信機。

【請求項 8】 上記制御手段は、上記通信品質としてデータ伝送速度を重視する場合には、上記受信機から通知された上記受信感度を当該受信感度よりも良好な値となるように上記重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 5 に記載の送信機。

【請求項 9】 所定の通信路を経て受信した受信データに基づいて推定された上記通信路における受信感度の推定結果を受信機から受信する受信ステップと、上記推定結果及び上記受信装置へ送信すべき上記データの種類のに応じた変調方式を選定し、当該変調方式で当該データを変調して送信することにより上記データ通信品質を適応的に制御する制御ステップとを具えることを特徴とする送信方法。

【請求項 10】 上記制御ステップでは、上記受信機へ送信すべき上記データの種類の応じて上記受信機から通知された上記推定結果の値に対して重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 9 に記載の送信方法。

【請求項 11】 上記制御ステップでは、上記通信品質としてデータ伝送の信頼性を重視する場合には、上記受信機から通知された上記受信感度を当該受信感度よりも劣悪な値となるように上記重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 9 に記載の送信方法。

【請求項 12】 上記制御ステップでは、上記通信品質としてデータ伝送速度を重視する場合には、上記受信機から通知された上記受信感度を当該受信感度よりも良好な値となるように上記重み付けを行うことにより得た補正値を上記推定結果として用いることを特徴とする請求項 9 に記載の送信方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はデータ通信制御システム、送信機及び送信方法に関し、例えばセルラー無線通信システムに適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、セルラー無線通信システムにおいては、通信サービスを提供するエリアを所望の大きさのセルに分割して当該セル内にそれぞれ親局としての基地局を設置し、子局としての携帯電話機が通信状態の最も良好と思われる基地局と無線通信するようになされている。

【0003】 このようなセルラー無線通信システムにおいては、実際の通信を行う場合、基地局の近傍に存在して受信感度の優れた携帯電話機に対してはデータ誤り率が低いと考えられるので、高伝送速度で伝送可能な変調方式を選定し、基地局から比較的離れた位置に存在して

受信感度の劣る携帯電話機に対してはデータ誤り率が高いと考えられるので、データ信頼性の高い低伝送速度の変調方式を選定することにより、受信感度に応じた適応変調を行うようになっている。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところでかかる構成の従来のセルラー無線通信システムにおいては、基地局及び携帯電話機間で、通話データの他にもストリーミングデータ、動画のダウンロードデータ又は電子メール等のテキストデータの多種類に渡ってやり取りしていることが多い。

【0005】 しかしながら従来のセルラー無線通信システムにおいては、例えば携帯電話機が受信感度の優れた位置に存在する場合であっても、データ種類によってはデータ信頼性が必要とされないときがあり、携帯電話機が受信感度の劣る位置に存在する場合であっても、データ種類によってはデータ信頼性が必要とされるときもある。

【0006】 このような状況下であっても、従来のセルラー無線通信システムにおいては、あくまで携帯電話機の受信感度のみに基づいて変調方式を一義的に選定しているだけであるので、必ずしもデータの種類の応じたデータ通信品質を保証し得ていないという問題があった。

【0007】 本発明は以上の点を考慮してなされたもので、送信すべきデータの種類のに応じたデータ通信品質を保証し得るデータ通信制御システム、送信機及び送信方法を提案しようとするものである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するため本発明においては、データを送信する送信機と、当該送信機から所定の通信路を経てデータを受信する受信機との間におけるデータ通信品質を制御するデータ通信制御システムにおいて、送信機から受信した受信データに基づいて通信路における受信感度を推定し、その推定結果を送信機へ通知する受信機と、当該受信機から通知された推定結果及び受信装置へ送信すべきデータの種類のに応じた変調方式を選定し、当該変調方式で当該データを変調して送信することによりデータ通信品質を適応的に制御する送信機とを設けるようにする。

【0009】 受信機から通知された受信感度及び当該受信機へ送信すべきデータの種類のに応じた変調方式を選定して用いるようにしたことにより、受信機が要求するであろうと予測したデータ通信品質でデータを変調して送信することができる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】 以下、図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0011】 (1) セルラー無線通信システムの全体構成 図1において、1は全体として本発明におけるデータ通

信制御システムとしてのセルラー無線通信システムを示し、所望の大きさ分割されたセル内に設定された親局としての基地局2と子局としての携帯電話機3とによって構成されており、当該基地局2及び携帯電話機3間で通話データ、ストリーミングデータ、動画のダウンロードデータ又は電子メール等のテキストデータをやり取りするようになっている。

#### 【0012】 (1-1) 携帯電話機の回路構成

図2に示すように携帯電話機3は、基地局2からの送信信号をアンテナ10を介して受信し、これを受信信号D1として送受信共用部11を介して逆拡散部12へ送出する。

【0013】 逆拡散部12は、受信信号D1に対して例えば直接拡散方式のサブトラム逆拡散処理を施し、その結果得られる制御チャネルデータD2を制御データ復調復号部13へ送出すると共に、ユーザチャネルデータD3をデータ復調復号部15及び受信品質推定部16へ送出する。

【0014】 制御データ復調復号部13は、制御チャネルデータD2に対して復調処理を施した後、さらに復号処理を施すことによって制御データD4を復元し、これをCPU(Central Processing Unit)構成でなる制御部14へ送出する。

【0015】 制御部14は、制御データD4に応じてデータ復調復号部15におけるデータ復調復号化方式を指示するためのモード指示信号D5を当該データ復調復号部15へ送出する。

【0016】 具体的には、制御部14は制御データD4に応じて復調処理方式、復号処理方式を決定し、当該決定した復調処理方式、復号処理方式の種類をモード指示信号D5として出力するようになっている。

【0017】 データ復調復号部15は、モード指示信号D5に応じた復調処理方式、復号処理方式でユーザチャネルデータD3を復調処理及び復号化処理することにより受信データD6を復元するようになっている。

【0018】 受信品質推定部16は、逆拡散部12から供給されたユーザチャネルデータD3に対して時分割多重されたパイロットシンボル若しくはユーザチャネルデータD3と並列して送信されるパイロットチャネルシンボルに基づいて雑音対信号電力比を求め、これを伝播路における受信感度を示す3ビットの受信品質推定結果データD6として受信品質ビット挿入部17へ送出する。

【0019】 ここで受信品質推定部16は、ユーザチャネルデータD3の有無に係わらず、パイロットシンボルやパイロットチャネルシンボルに基づいて周期的(例えば1フレーム毎)に雑音対信号電力比を求めており、これより受信品質推定結果データD6を周期的に基地局2へフィードバックし得ようになっている。

【0020】 受信品質ビット挿入部17は、基地局2へ送信すべき例えば通話データやテキストデータ等を符号

化部20によって符号化することにより得られた端末送信データD7に対して3ビットの受信品質推定結果データD6を挿入することにより端末送信データD8を生成し、これを変調部18へ送出する。

【0021】ここで受信品質推定部16は、3ビット量子化による3ビット構成の受信品質推定結果データD6を生成するようにされており、これにより受信品質ビット挿入部17で生成するフレーム単位の端末送信データD8のうち端末送信データD7に相当する実データ量が当該受信品質推定結果データD6のデータ量によって少なくなることを極力低減するようになされている。従って4ビット量子化することは、端末送信データD8のうち端末送信データD7の実データ量が低減されてしまうので好ましくない。

【0022】変調部18は、端末送信データD8に対して例えばQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)変調処理を施し、その結果得られる変調データD9を拡散部19へ送出する。拡散部19は、変調データD9に対して直接拡散方式によるスペクトラム拡散処理を施し、その結果得られる端末送信信号D10を送受信共用部11からアンテナ10を介して基地局2へ送信する。

【0023】(1-2)基地局の回路構成  
図3に示すように基地局2は、携帯電話機3から送信された端末送信信号D10をアンテナ24を介して受信し、これを端末受信信号D11として送受信共用部23を介して逆拡散部27へ送出する。

【0024】逆拡散部27は、端末受信信号D11に対して携帯電話機3と同様に直接拡散方式のスペクトラム逆拡散処理を施し、その結果得られる端末受信データD12を復調部28へ送出する。

【0025】復調部28は、端末受信データD12に対してQPSK復調処理を施すことによって携帯電話機3の端末送信データD8に相当する端末受信データD13を復元し、これを受信品質ビット抽出部29及び受信ユーザデータ抽出部33へ送出する。

【0026】受信ユーザデータ抽出部33は、端末受信データD13のうち受信ユーザデータD33を抽出し、これを復号部34へ送出する。復号部34は、受信ユーザデータD33を復号し、後段の回路(図示せず)へ送出する。

【0027】受信品質ビット抽出部29は、端末受信データD13のうち3ビットで表された受信品質推定結果データD6に相当する受信品質推定結果データD14を抽出し、これを制御部40の受信品質補正部30へ送出する。

【0028】一方、基地局2は携帯電話機3からの要求に応じて送信すべき送信信号D15を適応符号化変調部21及びデータ種類判定部32へ入力する。データ種類判定部32では、送信信号D15が通話データ、ストリーミングデータ、動画のダウンロードデータ又は電子

メール等のテキストデータのいずれであるかを判定し、その判定結果をデータ種類判定結果信号D16として制御部40の受信品質補正部30へ送出する。

【0029】受信品質補正部30は、受信品質ビット抽出部29から供給された受信品質推定結果データD14及びデータ種類判定部32から供給されたデータ種類判定結果信号D16に基づいて当該受信品質推定結果データD14の受信品質推定値を補正するようにされており、その補正結果を補正結果データD17としてCPU構成の選択部31へ送出するようになされている。

【0030】選択部31は、受信品質補正部30から供給された補正結果データD17に基づいて適応符号化変調部21における符号化変調方式を選択し、その選択した符号化変調方式を指定する符号化変調モード指定信号D18を適応符号化変調部21及び制御データ生成部25へ送出する。

【0031】ここで図4に示すように、適応符号化変調部21において選択可能な符号化変調方式としてはモード0、モード1及びモード2の3種類が存在し、符号化変調モード指定信号D18によりモード0が指定された場合には入力データ1ビットに対して冗長ビットが1ビット付加される $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式の組合せを用い、モード1が指定された場合には入力データ1ビットに対して冗長ビットが1ビット付加される $R=1/2$ 符号化方式及び16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation)変調方式の組合せを用い、モード2が指定された場合には入力データ3ビットに対して冗長ビットが1ビット付加される $R=3/4$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せを用いようになされている。

【0032】この場合、図5(A)に示すようにQPSK変調方式では符号化された2ビットデータを1シンボルにマッピングし、図5(B)に示すように16-QAM変調方式では4ビットデータを1シンボルにマッピングするようにされており、送信可能なシンボル数を一定にした場合には実際に送信可能なデータ量はQPSK変調方式よりも16-QAM変調方式の方が多くなる。

【0033】しかしながら16-QAM変調方式では、QPSK変調方式と比較した場合に各シンボルの距離が短くなるので、シンボル単位を誤る可能性が高くなる分だけ雑音耐特性が悪くなるという特徴を有する。

【0034】すなわちデータ転送量の関係としては、 $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式、 $R=1/2$ の符号化方式及び16-QAM変調方式、 $R=3/4$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の順番でデータ転送量が次第に多くなる。

【0035】また雑音耐特性の関係としては、 $R=3/4$ の符号化方式及び16-QAM変調方式、 $R=1/2$ の符号化方式及び16-QAM変調方式、 $R=1/2$

符号化方式及びQPSK変調方式の順番で雑音耐久特性が次第に良くなる。

【0036】従って選択部31は、受信品質補正部30から供給された補正結果データD17に基づいて基地局2から携帯電話機3までの伝播路の通信特性が良好であると判断した場合には、データ転送量の多い符号化変調方式を選択し、伝播路の通信特性が劣悪であると判断した場合には、データ転送量の抑圧した雑音耐久特性の優れた符号化変調方式を選択することにより、データ誤り特性を向上し得るようになされている。

【0037】實際上、図6に示すように受信品質推定結果データD14は、3ビット構成のデータであるため、受信品質推定値のダイナミックレンジが20[dB]の場合には、受信品質推定結果データD14毎に2.5[dB]の幅を持った値をそれぞれ示すことになる。

【0038】なお受信品質推定結果データD14は、-20.0[dB]であるときが伝播路の通信品質が最も劣悪であり、0[dB]であるときが伝播路の通信品質が最も良好であることを示している。

【0039】例えば受信品質推定結果データD14が「000」であった場合、受信品質推定値が-17.6[dB]〜-20.0[dB]の範囲であることを示し、受信品質推定結果データD14が「001」であった場合、受信品質推定値が-15.1[dB]〜-17.5[dB]の範囲であることを示し、以下同様にして「111」までの8種類の受信品質推定結果データD14が2.5[dB]の幅を持った受信品質推定値として示されている。

【0040】このように受信品質推定結果データD14は3ビット構成であるために2.5[dB]の幅を持った受信品質推定値となり、このままでは選択部31が当該受信品質推定値を特定することができないので、2.5[dB]の幅の中心値を受信品質推定結果データD14に対応した受信品質推定値として認識するようになされている。

【0041】すなわち選択部31は、例えば受信品質推定結果データD14が「000」であった場合、-1

$$\text{Mapping\_STR} = \text{under\_limit} + \Delta q \cdot \text{report\_value} + \Delta q/N \cdot \text{Data\_Qos}$$

..... (1)

【0048】に従って受信品質推定結果データD14における受信品質推定値を補正するようになされている。

【0049】ここでMapping\_STRとは、重み付けすることにより得られた補正值であり、under\_limitとは量子化ダイナミックレンジにおける下限（-20.0[dB]）のことであり、 $\Delta q$ とは量子化ステップ幅（この場合は2.5[dB]）のことであり、report\_valueとは受信品質推定結果データD14における受信品質推定値であり、Data\_Qosは送信信号D15におけるデータ種類の優先度に応じて設定された値のことである。

7.6[dB]〜-20.0[dB]の範囲の中心値である-18.75[dB]を受信品質推定値として認識するようになされている。

【0042】ところで受信品質補正部30では、補正結果データD17を生成する際に、データ種類判定部32から供給されたデータ種類判定結果信号D16を考慮して補正結果データD17を生成するようになされている。

【0043】すなわち受信品質補正部30は、補正結果データD17を生成するに当たって、受信品質ビット抽出部29から供給された受信品質推定結果データD14に対して送信信号D15のデータ種類に応じた重み付けを行うことにより、当該受信品質推定結果データD14をデータ種類に応じて補正するようになされている。

【0044】實際上、受信品質補正部30はデータ種類判定結果信号D16に基づいて送信信号D15が例えば通話データやストリーミングデータ等のデータ信頼性を最重要視する場合には、データ信頼性の高い符号化変調方式を選択すべく受信品質推定結果データD14における受信品質推定値を2.5[dB]の幅の中心値から劣悪な方へシフトする補正を行う。

【0045】これに対して受信品質補正部30は、データ種類判定結果信号D16に基づいて送信信号D15が例えば電子メール等のテキストデータや静止面データ等の通話データ等よりもデータ信頼性を必要としない場合には、多少のデータ誤りがあってもデータ転送量の多い高伝送速度の符号化変調方式を選択すべく受信品質推定結果データD14における受信品質推定値を2.5[dB]の幅の中心値から良好な方へシフトする補正を行う。

【0046】實際上、受信品質補正部30は送信すべき送信信号D15のデータ種類に応じた優先度Data\_Qos（プライオリティ）を付けて、次式

【0047】  
【数1】

【0050】report\_valueとして示される受信品質推定結果データD14における受信品質推定値は、「000」〜「111」までの8種類存在し、「000」=「0」、「001」=「1」、「010」=「2」.....「111」=「8」として2進数から10進数に変換した後、(1)式に代入されるようになされている。

【0051】またData\_Qosとして設定される値としては、優先度に応じて通話データが「0」、ストリーミングデータが「1」、動画データのダウンロードデータが「2」、電子メールのテキストデータが「3」と設定さ

れている。すなわち、この場合通話データがデータ信頼性を最も必要とするために最も優先度が高く設定され、電子メールのテキストデータが最も優先度が低く設定されることになる。

【0052】例えば、受信品質推定結果データD14が「001」（この場合の選択部31が認識する補正前の受信品質推定値としては、-16.25[dB]）であるが、送信すべき送信信号D15のデータ種類が優先度「0」の通話データである場合、受信品質補正部30は（1）式に従って重み付けを施すことにより、-17.50[dB]の補正值（Mapping\_SIR）を得ることができる。

【0053】このように受信品質補正部30は、送信信号D15のデータ種類が優先度「0」の通話データである場合、（1）式に従って重み付け処理を施すことにより、結果的に選択部31でデータ信頼性の高い符号化変調方式を選択させるべく受信品質推定結果データD14における受信品質推定値を2.5[dB]の幅の中心値から劣悪な方へシフトする補正を行ったことになる。

【0054】同様に受信品質推定結果データD14が「001」（この場合の選択部31が認識する補正前の受信品質推定値としては、-16.25[dB]）であるが、送信すべき送信信号D15のデータ種類が優先度「3」のテキストデータである場合、選択部31は通話データよりも高いデータ信頼性を必要としないので、（1）式に従って重み付けを施すことにより、-15.625[dB]の補正值（Mapping\_SIR）を得ることができる。

【0055】この場合も受信品質補正部30は、送信信号D15のデータ種類が優先度「3」のテキストデータである場合、（1）式に従って重み付け処理を施すことにより、結果的に選択部31でデータ転送量の多い高伝送速度の符号化変調方式を選択させるべく受信品質推定結果データD14における受信品質推定値を2.5[dB]の幅の中心値から良好な方へシフトする補正を行ったことになる。

【0056】これにより選択部31は、（1）式に従って重み付け処理を施すことにより得られた補正結果データD17に応じて符号化変調方式を選択するが、その際、図7に示すように例えば当該補正值が-17[dB]以下であるときにはモード0の $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式の組合せを選択し、当該補正值が-17[dB]を超え-6[dB]以下であるときにはモード1の $R=1/2$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せを選択し、当該補正值が-6[dB]を超えるときはモード2の $R=3/4$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せを選択するようになされている。

【0057】従って選択部31は、上述したように受信品質推定結果データD14が「001」（この場合の補正前の受信品質推定値としては、-16.25[dB]）で

あるときには、本来モード1の $R=1/2$ 符号化方式及び16-QAM変調方式を選択してしまうことになるが、送信すべき送信信号D15のデータ種類が優先度「0」の通話データである場合、（1）式に従って重み付けを施すことにより得られた-17.50[dB]の補正結果データD17に応じたモード0の $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式を選択することになる。

【0058】これにより選択部31は、優先度の高い通話データであってデータ誤りを少なく伝送しようとした場合に、受信品質補正部30から供給された補正結果データD17（-17.50[dB]）を基準にしてデータ信頼性の高いモード0の $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式を選択することができるので、受信感度のみならず送信信号D15のデータ種類に応じた最適な符号化変調方式を適調モード指定信号D18によって適応符号化変調部21へ指示し得るようになっている。

【0059】図8に示すように適応符号化変調部21は、選択部31からの適調モード指定信号D18に応じてスイッチ回路35及び36の接続先を切り換えるようになされている。

【0060】これにより適応符号化変調部21は、適調モード指定信号D18に応じて符号化回路37及びQPSK変調回路38を選択した場合には、モード0の $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式の組合せに従った符号化変調処理を実行し、適調モード指定信号D18に基づいて符号化回路39及び16-QAM変調回路40を選択した場合には、モード1の $R=1/2$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せに従った符号化変調処理を実行し、適調モード指定信号D18に基づいて符号化回路41及び16-QAM変調回路42を選択した場合には、モード2の $R=3/4$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せに従った符号化変調処理を実行するようになっている。

【0061】その結果、適応符号化変調部21は、送信信号D15に対して適調モード指定信号D18に応じた符号化変調処理を適宜施すことにより送信データD20を生成し、これを拡散部22へ送出する。

【0062】また選択部31は、変調モード指定信号D18を制御データ生成部25に対しても送出しており、当該適調モード指定信号D18によって適応符号化変調部21へ指示した符号化変調方式を携帯電話機3へ通知するためのメッセージを生成するようになっている。

【0063】すなわち制御データ生成部25は、当該基地局2で用いた符号化変調方式を携帯電話機3へ通知するためのメッセージを制御データD21として生成し、これを符号化変調部26へ送出する。

【0064】符号化変調部26は、制御データD21に対してデフォルトとして予め定められた所定の符号化変調処理を施し、その結果得られる制御変調データD22を拡散部22へ送出する。

【0065】ここで制御変調データD22は、基地局2及び携帯電話機3との間で制御チャネルを介して授受されるものであり、携帯電話機3で受信する電力が一定となるように1フレーム毎(0.667[msec])に送信電力が制御されている。

【0066】拡散部22は、制御変調データD22に対して直接拡散方式のスペクトラム拡散処理を施し、その結果得られる制御チャネル拡散データD23を送受信共用部23及びアンテナ24を介して制御チャネルにおける制御メッセージデータD24として携帯電話機3へ送信する。

【0067】これにより携帯電話機3(図2)は、制御メッセージデータD24を受信して逆拡散処理、復調復号化処理することにより、基地局2の適応符号化変調部21によって行われた符号化変調方式を示す制御チャネルデータD4を復元し、基地局2の符号化変調方式に対応した復調復号化方式を予めデータ復調復号部15に対してモード指示信号D5として指示することができる。

【0068】その後、拡散部22は適応符号化変調部21から供給された送信データD20に対しても直接拡散方式のスペクトラム拡散処理を施し、その結果得られるユーザチャネル拡散データD25を送受信共用部23及びアンテナ24を介してユーザチャネルデータD26として携帯電話機3へ送信するようになっている。

【0069】(1-3) 受信品質推定値及びデータ種類に応じた通信処理手順

すなわちセルラー無線通信システム1では、図9に示すようなシーケンスチャートに従って上述の受信品質推定値及びデータ種類に応じた通信処理手順を実行するようになされており、まずステップS1において携帯電話機3は受信品質推定部16で推定した伝播路における雑音対信号電力比を受信品質推定結果データD6としてフレーム単位で基地局2へ通知し、次のステップS2へ移る。

【0070】これに対してステップS11において基地局2は、携帯電話機3から受信した端末送信信号D10の復調結果から受信品質推定値を抽出し、次のステップS12へ移る。

【0071】ステップS12において基地局2は、データ種類判別部32によって送信信号D15のデータ種類が通話データ、ストリーミングデータ、動画のダウンロードデータ又は電子メールのテキストデータのいずれであるかを判別する処理を実行し、次のステップS13へ移る。

【0072】ステップS13において基地局2は、送信信号D15のデータ種類を判別し得たか否かを判定する。ここで否定結果が得られると、このことはデータ種類に応じた優先度を確認できておらず、このままでは

(1)式に基づいてデータ種類に応じた受信品質推定値の重み付け処理を施すことによる補正を実行し得ないこ

とを表しており、このとき基地局2はデータ種類を判別できるまでステップS12へ戻ってデータ種類の判別処理を行う。

【0073】これに対してステップS13で肯定結果が得られると、このことはデータ種類に応じた優先度を確認できたこと、すなわち(1)式に基づいてデータ種類に応じた受信品質推定値の補正を実行し得ることを表しており、このとき基地局2は次のステップS14へ移る。

【0074】ステップS14において基地局2は、(1)式に従って優先度に応じた補正結果データD17を算出し、これを受信品質推定値の補正結果として得た後、次のステップS15へ移る。

【0075】ステップS15において基地局2は、図7に示した符号化変調方式の選択基準に従って補正結果データD17の補正結果に応じた符号化変調方式を選択し、次のステップS16へ移る。

【0076】ステップS16において基地局2は、ステップS15で選択した符号化変調方式を示すメッセージを携帯電話機3へ通知するための変調モード指定信号D18として生成し、所定の符号化変調処理を施した後、携帯電話機3へ通知し、次のステップS17へ移る。

【0077】一方ステップS2において携帯電話機3は、基地局2からの通知により、これ以降送信されてくるユーザチャネルデータD26の符号化変調方式に対応した復調復号化方式を認識した後、次のステップS3へ移る。

【0078】またステップS17において基地局2は、ステップS15で選択した符号化変調方式により送信信号D15に対して符号化変調処理を施した後、携帯電話機3へ送信し、ステップS11へ戻る。

【0079】ステップS3において携帯電話機3は、ステップS2で認識した復調復号化方式に従ってデータ復元処理を実行し、ステップS4へ戻る。

【0080】このようにセルラー無線通信システム1では、携帯電話機3が0.667[msec]毎(1フレーム毎)にステップS1で推定した受信品質推定値を基地局2へ通知するようになっているので、上述のシーケンスチャートに従った通信処理手順を1フレーム単位で繰り返し実行することにより、瞬時的な伝播路における受信品質の低下に対してリアルタイムにかつ柔軟に対応し得るようになっている。

【0081】その結果、図10に示すように、受信品質(横軸)に応じた伝送効率すなわちスループット(縦軸)については、基地局2の意向としてデータ誤り特性を向上させること、すなわち雑音耐特性の向上を主目的として符号化変調方式を選択するようになされているので、従来の通信処理手順を実行しない場合若しくは優先度の低い(例えば電子メール等のテキストデータ)送



信号D15を送信する場合と、最終的には殆ど差のない結果となる。

【0082】しかしながら図1に示すように、受信品質(横軸)に応じた受信特性すなわちビットエラーレート(縦軸)については、従来の通信処理手順を実行しない場合若しくは優先度の低い(例えば電子メール等のテキストデータ)送信信号D15を送信する場合と比較すると、格段的にビットエラーレートが低減された結果となる。

#### 【0083】(2)動作及び効果

以上の構成において、基地局2は携帯電話機3から通知された受信品質推定値に対して、送信信号D15のデータ種類に対応付けられた優先度に基づく所定の重み付け処理を施すことにより当該受信品質推定値の中から選択する。

【0084】そして基地局2は、受信品質推定値の補正結果及び符号化変調方式の選択基準(図7)に従って、適応符号化変調部21における符号化変調方式をモード0の $R=1/2$ 符号化方式及びQPSK変調方式の組合せ、モード1の $R=1/2$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せ又はモード2の $R=3/4$ 符号化方式及び16-QAM変調方式の組合せの中から選択する。

【0085】従って基地局2は、補正前の受信品質推定値がモード0、モード1又はモード2の境目近傍付近の値でないときには符号化変調方式の選択結果に差はないが、境目近傍付近の値であるときには補正結果の値によって符号化変調方式の選択結果が変わるので、当然そのことによるビットエラーレートについても格段に差が出ることになる。

【0086】このように基地局2は、補正前の受信品質推定値が符号化変調方式を選択する際判断基準となる境目近傍付近の値であるときに、優先度の高いデータ種類であると認識したときには、受信品質推定値を劣悪な方へシフトした補正結果に応じて符号化変調方式を選択することになるので、一段と確実にビットエラーレートを低減させることができる。

【0087】また基地局2は、携帯電話機3から通知された受信品質推定値及び当該携帯電話機3へ送信すべき送信信号D15のデータ種類に対応付けられた優先度に基づいて当該受信品質推定値を補正し、その補正結果に応じて選択した符号化変調方式で符号化変調処理を施すことにより、携帯電話機3のユーザに対して何らか特別な操作を強いることなくユーザが希望するであろうデータ種類に応じた最適なデータ通信品質を確実に保証することができる。

【0088】以上の構成によれば、セルラー無線通信システム1の基地局2は、携帯電話機3から通知された受信品質推定値及び送信すべき送信信号D15のデータ種類に応じて当該受信品質推定値を補正し、その補正結果及び符号化変調方式の選択基準(図7)に従って適応符号化変調部21における符号化変調方式を選択すること

により、当該符号化変調方式の選択の幅を広げることができ、かくしてユーザが希望するであろうデータ種類に応じた最適なデータ通信品質を確実に保証することができる。

#### 【0089】(3)他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、送信機としての基地局2における受信手段としてのアンテナ24、送受信共用部23、逆拡散部27、復調部28及び受信品質ビット抽出部29を介して受信品質推定値を抽出し、制御手段としての制御部40における受信品質補正部30を介して(1)式に基づきデータ信頼性を高めることを主目的とする重み付けを行うことにより当該受信品質推定値を補正するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、データ伝送速度を向上させることを主目的とする重み付け、すなわち受信品質推定値を実施の形態とは逆方向(劣悪な方へシフトするときには良好な方へシフトし、良好な方へシフトするときには劣悪な方へシフトする)にシフトすることにより受信品質推定値を補正するようにしても良い。

【0090】また上述の形態においては、選択可能な符号化変調方式として設定したモード0、モード1又はモード2の3種類の中からいずれかの符号化変調方式を選択するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、5種類や10種類でも良く、また変調方式もQPSK変調方式や16-QAM変調方式に限る必要はなくASK(Amplitude Shift Keying)、FSK(Frequency Shift Keying)、PSK(Phase Shift Keying)、BPSK(Binary Phase Shift Keying)、MSK(Minimum Shift Keying)等の他の種々の変調方式を用いるようにしても良い。

【0091】さらに上述の実施の形態においては、受信品質推定結果データD14を3ビットで表すようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、フレーム単位で同時に送信されるデータ量との関係で2ビット又は4ビット等の他の種々のビット数で表すようにしても良い。3ビット以上で表した場合には、受信品質推定値を一段と正確に基地局2へ通知することができる。

【0092】さらに上述の実施の形態においては、受信機として携帯電話機3を用いるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、無線通信機能を有するPDA(Personal Digital Assistant)やパーソナルコンピュータ等の他の種々の受信機を用いるようにしても良い。

#### 【0093】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、受信機から通知された受信感度及び当該受信機へ送信すべきデータの種類に応じた変調方式を選定して用いるようにしたことにより、受信機が要求するであろうと予測したデータ通信品質でデータを変調して送信することができ、かくして送信すべきデータの種類に応じたデータ通信品質

を保証し得るデータ通信制御システム、送信機及び送信方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態におけるセルラー無線通信システムの構成を示す略線的ブロック図である。

【図 2】 携帯電話機の回路構成を示す略線のブロック図である。

【図 3】 基地局の回路構成を示す略線のブロック図である。

【図 4】 モードに応じた符号化変調方式を示す略線図である。

【図 5】 変調方式の特徴の説明に供する略線図である。

【図 6】 受信品質推定結果データの内容を示す略線図である。

【図 7】 受信品質推定値に基づいて符号化変調方式を選択する際の基準の一例を示す略線図である。

【図 8】 適応符号化変調部の回路構成を示す略線のブロ

ック図である。

【図 9】 受信品質推定値及びデータ種類に応じた通信処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】 伝送効率を示す特性曲線図である。

【図 11】 ビットエラーレートを示す特性曲線図である。

【符号の説明】

1……セルラー無線通信システム、2……基地局、3……携帯電話機、12、27……逆拡散部、13……制御データ復調復号部、14、31……制御部、15……データ復調復号部、16……受信品質推定部、17……受信品質ビット挿入部、18……変調部、21……適応符号化変調部、19、22……拡散部、25……制御データ変調部、26……符号化変調部、28……復調部、29……受信品質ビット抽出部、30……受信品質補正部、32……データ種類判定部、35、36……スイッチ回路。

【図 1】

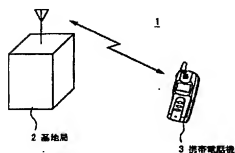


図 1 セルラー無線通信システム

【図 4】

モード	符号化方式	変調方式
0	$R=1/2$	QPSK
1	$R=1/2$	16-QAM
2	$R=3/4$	16-QAM

図 4 モードに応じた符号化変調方式

【図 2】

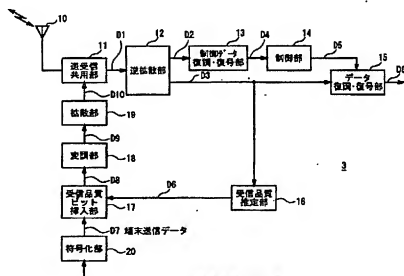


図 2 携帯電話機の回路構成

【図 6】

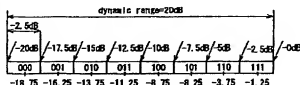


図 6 受信品質推定結果データ

【図3】

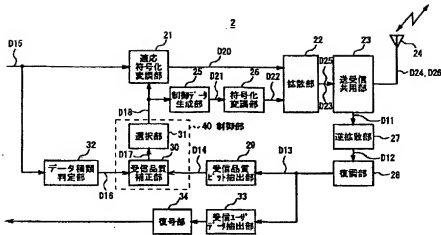


図3 基地局の回路構成

【図5】

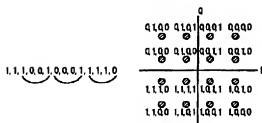
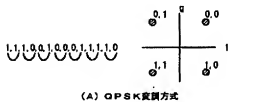


図5 変調方式

【図7】

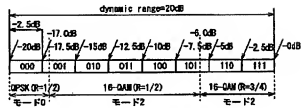


図7 符号化変調方式の選択基準

【図8】

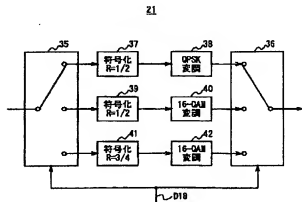


図8 適応符号化変調部の回路構成

【図 9】

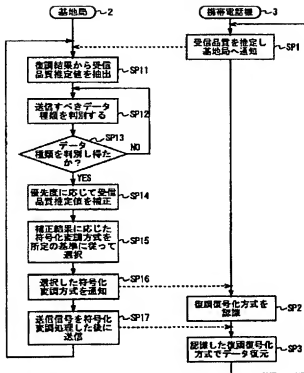


図 9 受信品質推定値及びデータ種類に応じた送信処理手順

【図 10】

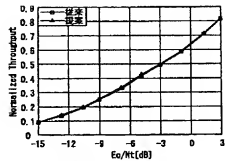


図 10 伝送効率

【図 11】

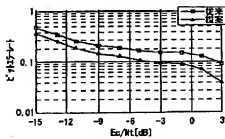


図 11 ビットエラーレート



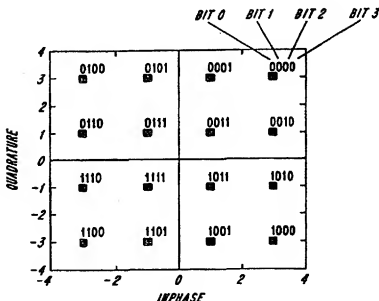
## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 6 : <b>H04B 7/26, H04L 27/34</b>		<b>A1</b>	(11) International Publication Number: <b>WO 99/12283</b>
			(43) International Publication Date: <b>11 March 1999 (11.03.99)</b>
(21) International Application Number: <b>PCT/SE98/01540</b>		(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) International Filing Date: <b>28 August 1998 (28.08.98)</b>			
(30) Priority Data: <b>08/921,374</b> <b>29 August 1997 (29.08.97)</b> <b>US</b>			
(71) Applicant: <b>TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ) [SE/SE]; S-126 25 Stockholm (SE).</b>			
(72) Inventors: <b>FRÖDIGH, Magnus, Carl; Risvågen 1 F, S-195 73 Sollentuna (SE). SKÖLD, Johan; Otto Bondes väg 122, S-184 62 Åkersberga (SE). MÜLLER, Frank; Kihlgrensåvägen 17, S-192 79 Sollentuna (SE). HÖÖK, Mikael; Bagarbyvägen 15, S-191 34 Sollentuna (SE). SCHRAMM, Peter; Taublingstrasse 31, D-91058 Erlangen (DE).</b>		Published With international search report. Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.	
(74) Agent: <b>ERICSSON RADIO SYSTEMS AB; Common Patent Dept., S-164 80 Stockholm (SE).</b>			

(54) Title: **A METHOD FOR DEMODULATING INFORMATION IN A COMMUNICATION SYSTEM THAT SUPPORTS MULTIPLE MODULATION SCHEMES**

## (57) Abstract

A method of demodulating voice or data and control information in systems that support multiple modulation schemes modulates voice or data using a first linear modulation scheme, such as 16QAM modulation scheme, and modulates control information using a second linear modulation scheme, for example, QPSK modulation scheme, that has the same symbol rate as that of the first modulation scheme. The first linear modulation scheme has a higher modulation level than the second linear modulation scheme. Information modulated using the second linear modulation scheme, which uses a reduced signal set of the first linear modulation scheme, are demodulated using the same demodulator that is used for demodulating information modulated using the first linear modulation scheme. Also, in-band signalling information within a traffic channel, such as stealing flags, are modulated using the second modulation scheme.



**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CN	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Romania		
CZ	Czech Republic	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
DE	Germany	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Denmark	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
EE	Estonia	LR	Liberia	SG	Singapore		

## A METHOD FOR DEMODULATING INFORMATION IN A COMMUNICATION SYSTEM THAT SUPPORTS MULTIPLE MODULATION SCHEMES

5

### BACKGROUND

This invention generally relates to the field of communication systems and, more particularly, to digital communication systems that supports multiple modulation schemes.

Digital communication systems use a variety of linear and non-linear modulation schemes to communicate voice or data information. These modulation schemes include, Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK), Quadrature Phase Shift Keying (QPSK), Quadrature Amplitude Modulation (QAM), etc. GMSK modulation scheme is a non-linear low level modulation (LLM) scheme with a symbol rate that supports a specified user bit rate. In order to increase user bit rate, high-level modulation (HLM) schemes can be used. Linear modulation schemes, such as QAM scheme, may have different level of modulation. For example, 16QAM scheme is used to represent the sixteen variation of 4 bits of data. On the other hand, a QPSK modulation scheme is used to represent the four variations of 2 bits of data. Although 16QAM scheme provides a higher bit rate than QPSK, both of these modulation schemes could have the same symbol rate. Application of modulation schemes, however, differ in many aspects, for example symbol rate and/or burst format, which complicates their support in systems that use multiple modulation schemes.

In wireless digital communication systems, standardized air interfaces specify most of system parameters, including modulation type, burst format, communication protocol, symbol rate, etc. For example, European Telecommunication Standard Institute (ETSI) has specified a Global System for Mobile Communications (GSM) standard that uses time division multiple access (TDMA) to communicate control, voice and data information over radio frequency (RF) physical channels or links using GMSK modulation scheme at a symbol rate of 271 kbps. In the U.S.,  
Telecommunication Industry Association (TIA) has published a number of Interim

Standards, such as IS-54 and IS-136, that define various versions of digital advanced mobile phone service (D-AMPS), a TDMA system that uses a Differential QPSK (DQPSK) modulation scheme for communicating data over RF links.

TDMA systems subdivide the available frequency band into one or  
5 several RF channels. The RF channels are divided into a number of physical channels corresponding to time slots in TDMA frames. Logical channels are formed from one or more physical channels, where modulation and channel coding schemes are specified. In these systems, the mobile stations communicate with a plurality of scattered base stations by transmitting and receiving bursts of digital information over uplink and  
10 downlink RF channels.

The growing number of mobile stations in use today has generated the need for more voice and data channels within cellular telecommunication systems. As a result, base stations have become more closely spaced, with an increase in interference between mobile stations 12 operating on the same frequency in neighboring or closely  
15 spaced cell. Although digital techniques gain more useful channels from a given frequency spectrum, there still remains a need to reduce interference, or more specifically to increase the ratio of the carrier signal strength to interference, (i.e., carrier-to-interference (C/I)) ratio. RF links that can handle lower C/I ratios are considered to be more robust than those that only can handle higher C/I ratios.

20 In order to provide various communication services, a corresponding minimum user bit rate is required. For example, for voice and/or data services, user bit rate corresponds to voice quality and/or data throughput, with a higher user bit rate producing better voice quality and/or higher data throughput. The total user bit rate is determined by a selected combination of techniques for speech coding, channel coding,  
25 modulation scheme, and for a TDMA system, the number of assignable time slots per call.

Depending on the modulation scheme used, link quality deteriorates more rapidly as C/I levels decrease. Higher level modulation schemes are more susceptible to low levels of C/I ratio than lower level modulation schemes. If a HLM scheme is  
30 used, the data throughput or grade of service drops very rapidly with a drop in link



quality. On the other hand, if a LLM scheme is used, data throughput or grade of service does not drop as rapidly under the same interference conditions. Therefore, link adaptation methods, which provide the ability to change modulation and/or coding based on the channel conditions, are used to balance the user bit rate against link quality.

- 5 Generally, these methods dynamically adapt a system's combination of speech coding, channel coding, modulation, and number of assignable time slots to achieve optimum performance over a broad range of C/I conditions.

One evolutionary path for the next generation of cellular systems is to use high-level modulation (HLM), e.g., 16QAM modulation scheme or 8PSK, to provide  
10 increased user bit rates compared to the existing standards. These cellular systems include enhanced GSM systems, enhanced D-AMPS systems, International Mobile Telecommunication 2000 (IMT-2000), etc. A high level linear modulation, such as 16QAM modulation scheme, has the potential to be more spectrum efficient than, for example, GMSK, which is a low-level modulation (LLM) scheme. Furthermore, the  
15 use of 16QAM modulation scheme in conjunction with a higher symbol rate significantly increase the user bit rate compared to the GMSK modulation scheme. In this way, the maximum user bit rate offered by an HLM scheme, such as 16QAM modulation scheme, may be more than doubled. Because higher level modulation schemes require a higher minimum C/I ratio for acceptable performance, their availability in the system  
20 becomes limited to certain coverage areas of the system or certain parts of the cells, where more robust links can be maintained. However, a system can be planned to provide full coverage for HLM scheme. The modulation schemes provided in a cell may be a mixture of non-linear and linear modulation, with different symbol rates.

Generally, two types of logical channels are defined by air interface  
25 standards: control channels (CCH) and traffic channels (TCH). CCHs are used for control signalling such as registration, authentication, call set-up, and the like. TCHs, which are single user channels, are used to handle voice or data communication. For TCHs, some of the standards define various user bit rates.

In GSM systems, control signalling is carried out using different types of  
30 CCHs, including dedicated control channels (DCCHs), Broadcast Channels (BCHs),

and Common Control Channels (CCCHs). BCHs include Frequency Correction channel (FCCH), Synchronization Channel (SCH), and Broadcast Control Channel (BCCH). The CCCHs include Paging channel (PCH), Access Grant Channel (AGCH) and Random Access Channel (RACH). DCCHs include Stand-alone Dedicated Control Channel (SDCCH), Fast Associated Control Channel (FACCH), and Slow Associated Control Channels (SACCH).

FCCH indicates a BCCH carrier signal and enables a mobile station to synchronize to its frequency. SCH is used to signal TDMA frame structure in a cell and a Base Station Identity Code (BSIC) that indicates whether a base station belongs to a GSM system or not. BCCHs is transmitted during predefined time slot (e.g., time slot 0 in single carrier base stations) of a downlink RF channel, to provide general information to the mobile stations. SDCCH, which may be transmitted at a time slot adjacent to BCCH, is used for registration, location updating, authentication and call set-up. PCH is a downlink only channel, which is used for informing the mobile station of a network's signaling requirement, for example when the mobile unit is called. AGCH is a downlink only channel used for replies to access requests for assigning a dedicated control channel for a subsequent signaling. RACH is used by a mobile station to request a channel, when it is paged, or when it wants to initiate a call.

The associated control channels, FACCH and SAACH are always associated with traffic channels. Applicable standards specify a number of bits for FACCH and SACCH, which are communicated according to a pre-defined format. SACCH is used for communicating control and supervisory signals associated with traffic channels, including the transmission of parameters corresponding to a measure of bit error rate (BER) or a measure of received signal strength (RSS) at mobile stations.

12. FACCH steals bursts allocated for traffic channels for control requirements, such as hand-over.

Fast signaling procedures are needed to quickly provide signalling information to the receiver. For example, in GSM systems, stealing flags, which are time-multiplexed at predefined positions within a burst, are used to distinguish between

a FACCH burst and a TCH burst. By reading the stealing flags, the receiver determines the type of logical channels.

In systems that support multiple modulation schemes, demodulation of information communicated over control channels and traffic channels creates many complications. By introduction of link adaptation algorithms, adaptation of coding and/or modulation scheme becomes more frequent. The frequent link adaptations result in an increased signalling effort, causing degradation in communication quality. Furthermore, the control information communicated over FACCHs and voice or data communicated over TCHs must be demodulated without significant overhead in order to improve communication quality.

Therefore, there exists a need for an efficient and simple method for demodulating information in systems that support multiple modulation schemes.

## SUMMARY

The present invention that addresses this need is exemplified in a method of demodulating variously modulated information using an identical demodulator in systems that support multiple modulation schemes.

Briefly, according to the method of the invention, voice or data is communicated over a traffic channel using a first linear modulation scheme, such as 16QAM or 8PSK modulation schemes. The traffic channel has an associated control channel that uses a second linear modulation scheme for communicating associated control information. In an exemplary embodiment, the second linear modulation scheme is a QPSK modulation scheme. The second linear modulation scheme, which has a lower level of modulation relative to the first modulation scheme, uses a reduced signal set of the first modulation scheme to communicate voice or data and control information. In this way, the present invention uses the same demodulator to demodulate signals modulated using the second linear modulation scheme as that used to demodulate signals modulated using the first linear modulation scheme.

According to some of the more detailed features of the present invention, the second modulation scheme uses the outer points of the modulation constellation of

the first modulation scheme. The first and second linear modulation schemes have the same symbol rate, the same pulse shaping, and the same burst format. Furthermore, the traffic channel and control channel use the same training sequences. In accordance with another aspect of the invention, the training sequences of the traffic channel and control channel are modulated using the second linear modulation scheme.

According to yet another aspect of the invention, voice or data are communicated using the first modulation scheme and in-band signalling information are communicated using the second modulation scheme. In this way, voice or data and in-band signalling information are demodulated using the same demodulation scheme, which corresponds to demodulation of signals modulated using the first modulation scheme. The in-band signalling information may include stealing flags that indicate whether a transmitted burst contains control information or voice and data information. Alternatively, the in-band signalling information may indicate at least one or more of a modulation type, a channel coding, or a speech coding used by a transmitted burst.

Other features and advantages of the present invention will become apparent from the following description of the preferred embodiment, taken in conjunction with the accompanying drawings, which illustrate, by way of example, the principles of the invention.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a block diagram of a communication system which advantageously uses the present invention.

FIG. 2(a) and 2(b) are diagrams of modulation constellations of a 16QAM and QPSK modulation schemes, respectively.

FIG. 3 is a diagram of a subdivided RF channel that is used in the communication system of FIG. 1.

FIG. 4 is a diagram of a normal transmission burst transmitted on the RF channel of FIG. 2.

FIG. 5 is a block diagram of a mobile station used in the communication system of FIG. 1.

FIG. 6 is a block diagram of a radio base station used in the communication system of FIG. 1.

FIG. 7 is a block diagram of a radio transceiver used in the base station of FIG. 6.

5        FIG. 8 shows a diagram of the format of bits and symbols of a transmitted burst.

FIG. 9 shows a diagram of a mapping scheme used for demodulating the transmitted bursts of FIG. 8.

10

### DETAILED DESCRIPTION

Referring to FIG. 1, a communication system 10 according to an exemplary embodiment of the present invention supports multiple modulation schemes. In an exemplary embodiment of the invention, the system 10 supports three modulation schemes: a first LLM (LLM1) scheme, a second LLM (LLM2) scheme, and a HLM  
15        scheme. In an exemplary embodiment, the first LLM (LLM1) scheme is a non-linear modulation scheme, such as GMSK modulation scheme used in GSM systems. A second LLM (LLM2) scheme is a linear modulation scheme, such as QPSK. Finally, the HLM modulation scheme is a higher level linear modulation schemes, for example, 16QAM or 8PSK scheme. LLM2 and HLM schemes have the same symbol rate that is different  
20        from the symbol rate of LLM1 scheme.

The mode of operation of GSM communication systems is described in European Telecommunication Standard Institute (ETSI) documents ETS 300 573, ETS 300 574 and ETS 300 578, which are hereby incorporated by reference. Therefore, the operation of the GSM system is described to the extent necessary for understanding of  
25        the present invention. Although, the present invention is described as embodied in a GSM system, those skilled in the art would appreciate that the present invention could be used in a wide variety of other digital communication systems, such as those based on PDC or D-AMPS standards and enhancements thereof. The present invention may also be used in CDMA or a hybrid of CDMA and TDMA communication systems.

The communication system 10 covers a geographical area that is subdivided into communication cells, which together provide communication coverage to a service area, for example, an entire city. Preferably, the communication cells are patterned according to a cell pattern that allows some of the spaced apart cells to use the same uplink and downlink RF channels. In this way, the cell pattern of the system 10 reduces the number of RF channels needed to cover the service area. The system 10 may also employ frequency hopping techniques, for example, to avoid "deadspots."

Referring to FIGs. 2(a) and 2(b), the signal sets in modulation constellations of 16QAM scheme and QPSK scheme are shown, respectively. The outer signal points of 16QAM scheme are shown by points A, B, C, and D, and the signal points of QPSK scheme are shown by points A', B', C', and D'. QPSK scheme can be viewed as having a reduced signal set relative to 16QAM scheme. If the symbol rates of QPSK and 16QAM schemes are the same, a 16QAM demodulator can demodulate the reduced signal set of QPSK modulation scheme by using exclusively the outer signal points A, B, C and D of 16QAM scheme. Consequently, the same demodulator can be used to demodulate signals that are modulated with QPSK and 16QAM schemes, if the same pulse shaping and burst format is used for both of these schemes. This arrangement significantly facilitates demodulation switching between QPSK and 16QAM schemes, for example, during link adaptation. In one aspect, the present invention takes advantage of demodulation interchangeability with modulation schemes that have the same symbol rate, pulse shaping, burst format, and where one modulation schemes has a reduced signal set relative to the other, to effectively demodulate a first set of information that is modulated using a first linear modulation scheme and a second set of information that is modulated using a second linear modulation scheme that is different from the first linear modulation scheme. Preferably, the first linear modulation scheme has a higher level of modulation than the second linear modulation scheme. In this way, the present invention demodulates the first set of information and the second set of information using the same demodulation scheme that corresponds to demodulation of information modulated by the first modulation scheme.

In present GSM system, receivers treat GMSK modulation scheme as a linear modulation scheme. This means that a single demodulator can be used to demodulate GMSK and off-set QPSK modulated signals, as long as their symbol rates are the same. Similarly, a single demodulator can be used to demodulate GMSK and  
5 higher level linearly modulated signals, as long as the signal points used by the demodulator during GMSK de-modulation are the reduced signal sets of a higher level modulation scheme and as long as the modulated signals have the same symbol rate.

The present invention communicates voice or data between a base station and a mobile station 12 over traffic channels. Voice and data are communicated over  
10 the traffic channel using the first linear modulation scheme. For example, if possible, the first modulation scheme is preferably HLM scheme. Otherwise, voice or data are communicated using LLM2 scheme, which may be a QPSK modulation scheme. The present invention also communicates control information over associated or non-associated control channels. Preferably, the second modulation scheme of the associated  
15 control channels and the first modulation scheme of the traffic channels have the same symbol rate, even though their modulation levels may be different, or they may be the same. The traffic channels have associated control channels for communicating associated control information between the base station and the mobile station 12. In an exemplary embodiment, the second modulation scheme of the associated control  
20 channels is the second lower level modulation scheme LLM2, which is a QPSK modulation scheme.

The HLM and LLM2 modulation schemes use the same pulse shaping, symbol rate, and burst format. LLM2 scheme, however, uses a reduced signal set of the HLM scheme. As described above, this requirement allows for the use of an  
25 identical demodulator at the receivers to demodulate outer signal points of 16QAM scheme and signal points of QPSK modulation scheme, which is used to communicate control information on associated control channels. As described later, in-band signalling information and training sequences are also communicated, preferably, using LLM2 scheme. Because LLM2 scheme uses a reduced signal set of HLM scheme,  
30 HLM demodulator, in addition to HLM modulated signals, can also demodulate LLM2

modulated signals by detecting the outer signal points of HLM modulation constellations.

The system 10 is designed as a hierarchial network with multiple levels for managing calls. Using an allocated set of uplink and downlink RF links, mobile stations 12 operating within the system 10 participate in calls using allocated time slots. At a high hierarchal level, a group of Mobile Service Switching Centers (MSCs) 14 are responsible for the routing of calls from an originator to a destination. In particular, they are responsible for setup, control and termination of calls. One of the MSCs 14, known as the gateway MSC, handles communication with a Public Switched Telephone Network (PSTN) 18, or other public and private networks. The communication system 10 uses the present invention to provide for link adaptation, when mobile stations 12 within a cell move within coverage areas that support one or more of LLM1, LLM2, HLM schemes.

At a lower hierarchal level, each one of the MSCs 14 are connected to a group of base station controllers (BSCs) 16. The primary function of a BSC 16 is radio resource management. For example, based on reported received signal strength at the mobile stations 12, the BSC 16 determines whether to initiate a hand-over. Under the GSM standard, the BSC 16 communicates with a MSC 14 under a standard interface known as the A-interface, which is based on the Mobile Application Part of CCITT Signaling System No. 7.

At a still lower hierarchical level each one of the BSCs 16 controls, a group of base transceiver stations (BTSs) 20. Each BTS 20 includes a number of TRXs that use the uplink and downlink RF channels to serve a particular common geographical area. The BTSs 20 primarily provide the RF links for the transmission and reception of data bursts to and from the mobile stations 12 within their designated cell. In an exemplary embodiment, a number of BTSs 20 are incorporated into a radio base station (RBS) 22. The RBS 22 may be configured according to a family of RBS-2000 products, which is offered by Ericsson, the assignee of the present invention.

With reference to FIG. 3, an RF channel 26 (uplink or downlink) is divided into repetitive time frames 27 during which information are communicated.



Each frame 27 is further divided into time slots 28 that carry packets of information. Speech or data is transmitted during time slots designated as traffic channels ( $TCH_1, \dots, TCH_n$ ). All signaling functions pertaining to call management in the system, including initiations, hand overs, and termination are handled via control information transmitted over control channels.

In order to provide backward compatibility with GSM systems, the system 10 uses GMSK modulation scheme for communicating control information over the non-associated control channels. The mobile stations 12 use the slow associated control channels (SACCHs) to transmit associated control signals, such as an RX-LEV signal, which corresponds to the received signal strength at the mobile station 12 and RX-QUAL signal, which is a measure of various levels of bit error rate at the mobile station 12, as defined by the GSM standard. Fast associated control channels (FACCHs) perform control functions, such as hand-overs, by stealing time slots allocated for TCHs. Fast signalling procedure is used to indicate whether a time slot contains control or voice and/or data. In the present invention, the FACCHs and SACCHs may use LLM2 or HLM modulation schemes to communicate control information independent from the modulation scheme used for TCHs, if LLM2 and HLM are supported.

The BSC 16 instructs the RBS 22 based on measures of channel characteristics of RF links between mobile stations 12 to the RBS 22. As described later in detail, the channel characteristics may be measured based on a number of parameters, including received signal strength at the mobile station 12, bit error rate at the mobile station 12, the multipath propagation property of the uplink RF channel, for example, time dispersion, or a combination of them.

The system 10 carries out the transmission of information during a time slot in a burst that contain a predefined number of coded bits. The GSM specification defines various types of bursts: normal burst (NB), frequency correction burst (FB), synchronization burst (SB), access burst (AB), and dummy burst. The normal burst, which has a duration of 576  $\mu$ s, is used both during the traffic and some control

signalling channels. The remaining bursts are primarily used for access and maintaining signal and frequency synchronization within the system.

As shown in FIG. 4, a normal burst 29 includes two separate data portions 30 during which digital data bits are communicated. The normal burst also includes tail and guard sections 31 and 32 as shown. Among other things, the guard section 32 is used to allow for up-ramping of the burst and for down-ramping of the bursts. The tail section 31 is used for demodulation purposes. All burst transmissions, except dummy burst transmissions, include training sequences. The training sequences are patterned with predefined autocorrelation characteristics. During demodulation process, the auto correlation characteristic of the training sequence helps in the synchronization of the received bit sequences over an RF channel. In the normal burst 29, a training sequence 33 is positioned in the middle of the burst between its data portions.

In order to compensate for propagation delays, the communication system 10 uses a time alignment process by which the mobile stations 12 align their burst transmissions to arrive at the BTSs 20 in proper time relationship relative to other bursts transmissions. As described later, the mobile station 12 and the RBS 22 incorporate equalizers, which correlate received baseband bit sequences over the uplink or downlink RF channels with the training sequences, to provide correlator responses that correspond to the properties of multipath propagation. Based on the correlator responses, the receiver section of the BTS 20 generates a timing advance (TA) parameter, which corresponds to a propagation delay over the uplink RF channel. The mobile station 12 uses the TA parameter, which is transmitted from the RBS 22, for advancing or retarding its burst transmissions relative to a time reference.

With reference to FIG. 5, the block diagram of a mobile station 12 is shown. The mobile station 12 includes a receiver section 34 and a transmitter section 36, which are coupled to an antenna 38 through a duplexer 39. The antenna 38 is used for receiving and transmitting RF signals to and from the BTS 20 over allocated uplink and downlink RF channels. The receiver section 34 includes an RF receiver 40, which includes a local oscillator 41, a mixer 42, and selectivity filters 43 arranged in a well

known manner, for down-converting and demodulating received signals to a baseband level. The RF receiver 40, which is tuned by the local oscillator 41 to the downlink channel, also provides an RX-LEV signal on line 44 that corresponds to the received signal strength at the mobile station 12.

5           The RF receiver provides a baseband signal to a demodulator 46 that demodulates coded data bits representing the received speech, data and signaling information. Depending on the type of mobile station 12, the demodulator 46 can support one or more demodulation schemes corresponding to LLM1, LLM2, and HLM schemes. For example, the demodulator of a mobile station 12 subscribed to an  
10 operator that supports LLM1 scheme may be capable of demodulating LLM1 modulated signals only. On the other hand, the demodulator of a mobile station 12 subscribed to an operator that supports all of the three modulation schemes is preferably capable of demodulating LLM1, LLM2, and HLM schemes.

As described above, the demodulator 46 includes an equalizer (not  
15 shown) that processes the coded bit pattern disposed on the training sequences, to provide correlator response that are used for predictive demodulation of the baseband signal. The equalizer uses the correlator responses to determine the most probable bit sequence for demodulation. As defined by the GSM specification, a channel decoder/interleaver 50 also provides an RX-QUAL signal on line 48, which is a measure  
20 of various levels of bit error rate at the mobile station 12. The mobile station 12 reports the RX-QUAL signal and the RX-LEV signal to the BSC 16 on a SACCH channel.

Preferably, bursts modulated according to LLM2 and HLM scheme, i.e., 16QAM and QPSK schemes, use the same pulse shaping, symbol rate and burst format, and use the same training sequences. Both modulation schemes use the same signal  
25 points to modulate the training sequence. For example, a 16 QAM modulator modulates the training sequence using outer signal points A, B, C, and D, (shown in FIG. 2(a)). Similarly, a QPSK modulated signal, which has a reduced signal set relative to 16QAM modulated signal, uses signal points A', B', C', and D' (shown in FIG. 2(b)) for transmitting the training sequence. Although the training sequence used in bursts that  
30 communicate control information is the same as the training sequence of bursts that

communicate of voice or data, in the present invention, the modulation scheme used for communicating the training sequence of a control channel is different from that of a traffic channel. Similarly, the in-band signalling information as well as the stealing flags are modulated using the outer signal point of the linear modulation constellation.

- 5 As described before, the mobile station 12 can use the same demodulator, i.e., a 16QAM demodulator, to demodulate the in-band signalling information, as well as the training sequences. This arrangement significantly facilitates decoding of both the training sequence and in-band signalling information of HLM and LLM2 modulated signals.

- 10 The channel decoder/de-interleaver 50 decodes and de-interleaves the modulated signal. The speech data bits are applied to a speech decoder 52 that decodes the speech pattern using one of a variety of speech decoding algorithms. After decoding, the speech decoder 52 applies an analog speech signal to a output device 53, e.g., a speaker, via an audio amplifier 54. The channel decoder 50 provides the  
15 decoded data and signalling information to a microprocessor 56 for further processing, for example, displaying the data to a user.

- The transmitter section 36 includes an input device 57, e.g., a microphone and/or keypad, for inputting voice or data information. According to a specified speech/data coding techniques, a speech coder 58 digitizes and codes the voice  
20 signals according to a variety of supported speech coding schemes. A channel coder/interleaver 62 codes the uplink data according to a specified coding/interleaving algorithms, which improves error detection and correction at the BTS 12. The channel coder/interleaver 62 provides an uplink baseband signal to a modulator 64. The modulator 64 modulates the uplink baseband signal according to one or more of  
25 supported modulation schemes. Similar to the demodulator 46, the modulator 64 of the mobile station 12 may support one or more of LLM1, LLM2, and HLM schemes.

- The modulator 64 applies the coded signal to an up-converter 67, which receives a carrier signal from the up-converted signal local oscillator 41. An RF amplifier 65 amplifies the up-converted signal for transmission through the antenna 38.  
30 A well known frequency synthesizer 66, under the control of the microprocessor 56,

supplies the operating frequency information to the local oscillator 41. The microprocessor 56 causes the mobile station 12 to transmit the RX-QUAL and RX-LEV parameters to the RBS 22 over the SACCH.

Referring to FIG. 6, an exemplary block diagram of the RBS 22 is shown to include a plurality of BTSs 20 that serve different geographical areas. Through a timing bus 72, the BTSs 20 are synchronized with each other. Voice and data information are provided to and from the RBS 22 through a traffic bus 74 that may be coupled, through the A-bis interface, to a public or private voice and data transmission line, such as a T1 line (not shown). Each BTS 20 includes TRXs 75 and 76 that communicate with the mobile station 12. As shown, two antennas designated as 24A and 24B are spaced accordingly to cover cells 77 and 78. The TRXs 76 are coupled to the antennas 24 through combiner/duplexers 80 that combine downlink transmission signals from the TRXs 76 and distribute the uplink received signals from the mobile station 12. The RBS 22 also includes a base station common function (BCF) block 68 that controls the operation and maintenance of the RBS 22.

Referring to FIG. 7, a block diagram of a TRX 76 is shown. The TRX 76 includes a transmitter section 86, a receiver section 87, a baseband processor 88 and a TRX controller 90. Through a corresponding antenna 24 (shown in FIG. 6), the receiver section 87 receives uplink signals from the mobile station 12. A down-conversion block 91 down-converts the received signal. After down-converting the received signals, the receiver section 87 samples its phase and magnitude, via a sampler block 92, to provide received bit sequence to the baseband processor 88. An RSSI estimator 94 provides an RSSI signal on line 95, which is a measure of the received signal strength. The RSSI estimator 94 may also measure noise disturbance levels during idle channels. The TRX controller 90, which is coupled to the traffic bus 74, processes the commands received from the BSC 16 and transmits TRX related information, such as various TRX measurements, to the BSC 16. Under this arrangement, the TRX 76 periodically reports the RSSI signal and noise disturbance levels to the BSC 16.

The baseband processor 88 includes a demodulator 96 that receives uplink baseband data from the receiver section 87. The demodulator 96 generates correlator responses that are processed in a well known manner to retrieve the uplink baseband data. The demodulator 96 may support demodulation of signals that are modulated using one or more of LLM1, LLM2 or HLM schemes. The uplink baseband data is applied to a channel decoder 97 that decodes the baseband signal according to one or more supported channel decoding scheme. The channel decoder 97 places the decoded baseband signal on the traffic bus 78, for further processing by the BSC 16.

When transmitting downlink baseband data, the baseband processor 88 receives properly coded data or digitized speech information from the BSC 16 over the traffic bus 74 and applies them to a channel coder 102 that codes and inter-leaves speech and data according to one or more of supported channel coding schemes. The transmitter section includes a modulator 104 that modulates the supplied data bits according to one or more of LLM1, LLM2, and HLM schemes. The modulator 104 provides downlink baseband signals to an up-conversion block 106 for up-conversion. A power amplifier 108 amplifies the up-converted signal for transmission through a corresponding antenna.

In an exemplary operation, the system 10 establishes a call between a mobile station 12 and a RBS 20 using LLM1 on the SDCCH. Afterward, the mobile station 12 remains in an idle mode, while monitoring PCHs for paging signals directed to it. The system 10, for example, uses one or a combination of the RX-QUAL, RX-LEV, or TA parameters, which are measures of channel characteristic of the RF link, to decide whether a inter-cell hand-over, an intra-cell hand-over, or a link adaptation procedure should be initiated or not. The initiation of a intra-cell link adaptation procedure within coverage areas that support LLM1, LLM2, and HLM schemes is based on the channel characteristic of the RF link as well. The BSC 16 compares the channel characteristic parameter to corresponding thresholds to determine whether to perform a link adaptation, or an inter-cell or intra-cell hand-over.

When a call is requested, TCHs are allocated based on the capabilities of both the mobile station 12 and BTS 20 to use LLM2 and HLM schemes. When only

LLM1 is supported, TCHs use LLM1. If the system 10, including the mobile station 12, can support LLM2 or HLM schemes, allocated TCHs use LLM2 or HLM schemes. If link quality is sufficient for HLM scheme, the system 10 uses HLM scheme for communicating over the allocated TCHs. Otherwise, the system 10 uses LLM2 scheme.

- 5 After hand-over is completed, a link algorithm for switching modulation within a cell continues. A concurrently filed patent application titled "A LINK ADAPTATION METHOD FOR LINKS USING MODULATION SCHEMES THAT HAVE DIFFERENT SYMBOL RATES", which is hereby incorporated by reference, discloses a link adaptation procedure that may preferably be used to perform link  
10 adaptation in system 10.

While a call is ongoing, voice or data are communicated over the traffic channels using HLM scheme, when possible. If the BTS 20 detects a hand-over condition based on the channel characteristic of the RF link, according to one aspect of the invention, a method of communication between the mobile station 12 and BTS 20  
15 initiates a hand-over on an associated control channel using LLM2 scheme. After the hand-over is complete, the mobile station 12 and the BTS 20 resume communication over TCH using HLM scheme. In this way, the present invention provides an easy hand-over method because the hand-over commands over FACCHs are communicated using a reduced signal set of HLM scheme that is easily demodulated by the same  
20 demodulator used for demodulating HLM modulated voice or data over TCHs.

For the sake of maintaining compatibility with existing systems, the number of bits in one FACCH block that should be transmitted must remain the same. When using a higher level modulation scheme, like 16QAM modulation scheme, a significantly higher maximum number of bits may be transmitted. Using the greater bit  
25 rate provided by 16QAM modulation scheme, a greater number of redundancy bits can be used to increase communication reliability of control information.

According to another aspect of the invention, the system 10 uses LLM2 to transmit control information over FACCH, independent of the modulation scheme used on TCHs, which may be one of LLM2 or HLM schemes. LLM2 scheme, which  
30 has a lower level of modulation relative to HLM scheme, uses reduced signal set of

HLM modulation scheme to communicate control information. For example, LLM2 scheme may be QPSK modulation scheme and HLM scheme may be a 16QAM modulation scheme. In this way, both QPSK modulated signals and 16QAM modulated signals can be demodulated using a 16QAM demodulator. Consequently, data reliability over FACCHs is improved compared to TCHs by increased Euclidean distance between signal points of modulation, that is, QPSK modulation scheme compared to 16QAM scheme. By this approach, the reliability is improved compared to traffic channels. Therefore, decoding complexity in terms of MIPS and memory is not increased compared to TCH processing, although reliability is improved. In another embodiment, the system 10 uses HLM scheme with very low-rate convolutional coding to transmit control information over FACCHs.

Furthermore, the system 10 uses stealing flags to indicate whether a transmitted burst contains voice and data or control information. The stealing flags contained in the transmitted burst may be transmitted using either QPSK or 16QAM modulation schemes. In case they are transmitted using QPSK modulation scheme, no additional bit is transmitted for stealing flags over TCHs. The advantage of transmitting the stealing flags using, QPSK modulation scheme, i.e., LLM2 scheme, is that they can be demodulated and evaluated independent of the modulation applied to voice or data.

Generally, SACCHs are transmitted on the same carrier as TCHs. The position of SACCHs is well defined so that the receiver is able to demodulate SACCH bursts. In yet another aspect of the invention, LLM2 scheme is used for transmissions over SACCHs. In this way, the demodulation process is simplified, because the symbol rates of LLM2 and HLM are the same. The present invention may also use LLM2 scheme for SDCCHs and other control channel, such as PCHs and AGCH, in the same way as that used for the SACCHs.

As described above, in-band signalling procedure places control signals in each burst, i.e., time-slot for TDMA systems, on pre-defined positions. According to another aspect of the present invention, in-band signaling is used to indicate at least one or more of a modulation type, a channel coding, and/or a speech coding used for a transmitted burst. The present invention reserves a number of bits (or symbols), similar



to the stealing flags, as in-band signaling information to indicate which modulation scheme or channel coding scheme or speech coding is used in the transmitted burst. The reserved symbols or bits have a predefined location within the burst. In order to use the same demodulation scheme as that used to demodulate LLM2 or HLM modulated voice or data, the reserved bits or symbols are preferably modulated using LLM2 scheme. In this way, the receiver can demodulate and evaluate the in-band signaling information independent of the modulation scheme used for voice or data by using identical demodulation schemes. Therefore, the present invention may modulate in-band signalling information and voice or data using separate modulation schemes, but it demodulates them using the same demodulation scheme.

Referring to Fig. 8, a frame containing bits and symbols within a burst is depicted. Each 16QAM symbol comprises four bits. For transmission of data symbols, all four bits contain information that are estimated at receivers. For symbols that are used for in-band signaling, only two bits, bits 1 and 2, bear signalling information, the other two bits, bits 3 and 4, are set to zero. According to in-band signalling method of the invention, only the four outer signal points (in the corners of the 16QAM constellation) are used.

Referring to FIG. 9, a diagram of a mapping scheme used for demodulation of LLM2 and HLM modulated symbols is shown. As shown in FIG. 9, all four outer signal points have the bit pattern 'xy00', where x and y are equivalent to the bits 0 and 1 of the symbol used for in-band signaling. In this way, in-band signaling is efficiently used for transmission of fast control information, for example, to indicate the used modulation scheme.

System 10 transmits HLM and LLM modulated symbols next to each other. In many mobile radio systems, inter-symbol interference is handled by the equalizer in the receiver. Many equalizers use a-priori information on the used signal set. Such equalizers are for example based on maximum-likelihood sequence estimation, decision-feedback sequence estimation, etc. An embodiment of the invention is to apply an equalizer that assumes the signal set of HLM scheme for equalization of the whole

burst, although LLM2 symbols may be transmitted in this burst as well. The benefit of this procedure is that in-band signaling information can be evaluated after equalization.

From the foregoing it would be appreciated that the present invention significantly facilitates demodulation of information in a system that supports multiple modulation schemes, by reducing the overhead associated with demodulation of control information and in-band signalling information. The present invention uses demodulation capability of a demodulator for higher level modulation to demodulate lower level modulated signals that have a reduced signal set. In this way, the present invention improves communication quality of systems that support multiple modulation schemes.

Although the invention has been described in detail with reference only to a preferred embodiment, those skilled in the art will appreciate that various modifications can be made without departing from the invention. Accordingly, the invention is defined only by the following claims which are intended to embrace all equivalents thereof.

**What is claimed is:**

1. A method for communicating information, comprising the step of:  
modulating a first set of information using a first linear modulation  
5 scheme;  
modulating a second set of information using a second linear  
modulation scheme, wherein the first and second linear modulation schemes have the  
same symbol rate, and wherein the second modulation scheme uses a reduced signal set  
of the first linear modulation scheme; and  
10 demodulating the first set of information and the second set of  
information using the same demodulation scheme.
2. The method of claim 1, wherein the same demodulation scheme  
corresponds to demodulation of signals modulated using the first modulation scheme.  
15
3. The method of claim 2, wherein the first linear modulation scheme has  
a higher level of modulation than the second modulation scheme.
4. The method of claim 3, wherein the second linear modulation scheme  
20 uses the outer signal points in modulation constellation of the first linear modulation  
scheme to communicate the second set of information.
5. The method of claim 4 further including the steps of communicating  
the first set of information over a traffic channel and the second set of information over  
25 a control channel.
6. The method of claim 5, wherein the control channel is an associated  
control channel.

7. The method of claim 6, wherein the associated control channel is a fast associated control channel.

8. The method of claim 6, wherein the associated control channel is a  
5 slow associated control channel.

9. The method of claim 3, wherein the second set of information is in-band signalling information.

10. The method of claim 9, wherein the in-band signalling information  
10 correspond to at least one of a modulation type, a channel coding or a speech coding.

11. The method of claim 3, wherein the second set of information  
includes stealing flags that indicate whether a transmitted burst contains control  
15 information or voice and data information.

12. The method of claim 3, wherein the second set of information is a  
training sequence.

13. The method of claim 3, wherein the first linear modulation scheme  
20 and the second linear modulation scheme use the same pulse shaping.

14. The method of claim 3, wherein the first and second linear  
modulation schemes use the same burst format.

15. The method in claim 3, wherein the first modulation scheme is a  
25 QAM modulation scheme and the second modulation scheme is a QPSK modulation scheme.

16. The method in claim 3, wherein the first modulation scheme is a 8PSK modulation scheme and the second modulation scheme is a QPSK modulation scheme.

5 17. A method for communicating information between a base station and a mobile station comprising:

communicating voice or data using a first linear modulation scheme;

10 communicating in-band signalling information using a second linear modulation scheme; and

demodulating the voice or data and the in-band signalling information using the same demodulation scheme.

18. The method of claim 17, wherein the first and second linear  
15 modulation schemes have the same symbol rate, and wherein the second modulation scheme uses a reduced signal set of the first linear modulation scheme.

19. The method of claim 18, wherein the same demodulation scheme  
20 corresponds to demodulation of signals modulated using the first linear modulation scheme.

20. The method of claim 18, wherein the in-band signalling information  
includes stealing flags that indicate whether a transmitted burst contains control  
information or voice and data information.

25 21. The method of claim 18, wherein the in-band signalling information indicates at least one of a modulation type, a channel coding, or a speech coding used by a transmitted burst.

22. A method of communication between a base station and a mobile station comprising:

modulating voice or data over a traffic channel using a linear first modulation scheme;

5 modulating control information over a control channel that is associated with the traffic channel using a second linear modulation scheme; and

demodulating the voice or data and control information using the same demodulation scheme.

10 23. The method of claim 22, wherein the first and the second linear modulation schemes have the same symbol rate.

24. The method of claim 23, wherein the same demodulation scheme corresponds to demodulation of signals modulated using the first linear modulation  
15 scheme.

25. The method of claim 22, wherein the associated control channel is a fast associated control channel.

20 26. The method of claim 22, wherein the associated control channel is a slow associated control channel.

27. The method of claim 22, wherein the first linear modulation scheme has a higher level of modulation than the second linear modulation scheme.

25 28. The method of claim 27, wherein the second linear modulation scheme uses a reduced signal set of the first linear modulation scheme.

29. The method of claim 22, wherein the first and second linear  
30 modulation schemes have the same level.

30. The method of claim 22, wherein the first and second linear modulation schemes use the same pulse shaping.

5           31. The method of claim 22, wherein the first and second linear modulation schemes use the same burst format.

32. The method in claim 22, wherein the first and second linear modulation schemes use the same training sequences.

10

33. The method in claim 22, wherein the first linear modulation scheme is a QAM modulation scheme and the second linear modulation scheme is a QPSK modulation scheme.

15

34. A demodulator comprising:

means for demodulating a first set of information that are modulated using a first linear modulation scheme; and

means for demodulating a second set of information that are modulated using a second linear modulation scheme, wherein the first and second  
20 linear modulation schemes have the same symbol rate, and wherein the second modulation scheme uses a reduced signal set of the first linear modulation scheme; and wherein the first set of information and the second set of information are demodulated using an identical demodulation scheme.

25

35. A method for communicating information, comprising the step of:  
modulating a first set of information using a first modulation

scheme;

modulating a second set of information using a second modulation scheme, wherein the first and second modulation schemes have the same symbol rate,

and wherein the second modulation scheme uses a reduced signal set of the first modulation scheme; and

demodulating the first set of information and the second set of information using the same demodulation scheme.

5

36. The method of claim 35, wherein the first modulation scheme is a linear modulation scheme and the second modulation scheme is a non-linear modulation scheme.

10

37. The method of claim 36, wherein the non-linear modulation scheme is GMSK modulation scheme and the linear modulation scheme is a high level modulation scheme.

15

38. The method of claim 37, wherein the linear modulation scheme is 8PSK modulation scheme.

20

39. The method of claim 35 wherein the first modulation scheme has a higher level of modulation than the second modulation scheme.

40. The method of claim 35 further including the steps of communicating the first set of information over a traffic channel and the second set of information over a control channel.

25

41. The method of claim 39 wherein the control channel is an associated control channel.

42. The method of claim 38 wherein the second set of information is in-band signalling information.



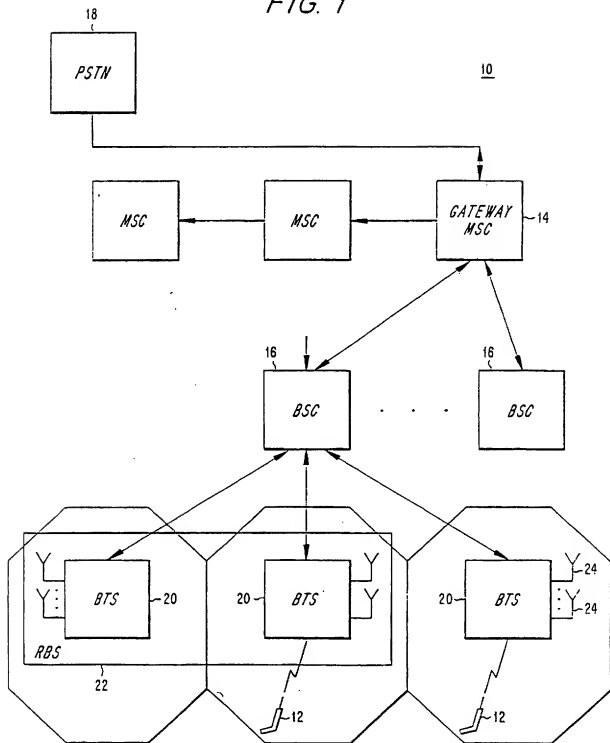
43. The method of claim 41, wherein the in-band signalling information correspond to at least one of a modulation type, a channel coding or a speech coding used for a transmitted burst.

5           44. The method of claim 35 wherein the second set of information includes stealing flags that indicate whether a transmitted burst contains control information or voice and data information.

          45. The method of claim 35 wherein the second set of information is a  
10 training sequence.

1/6

FIG. 1



2/6

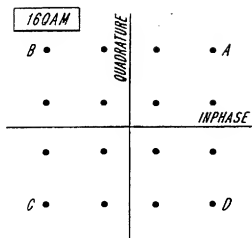


FIG. 2(a)

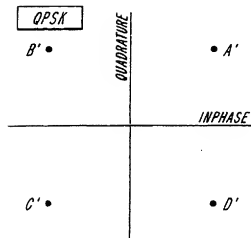


FIG. 2(b)

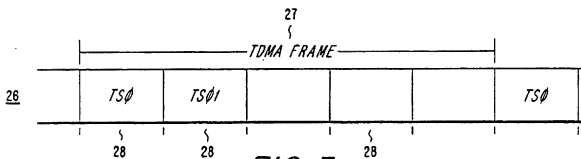


FIG. 3

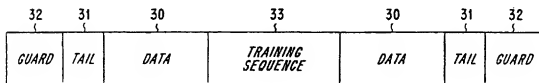


FIG. 4

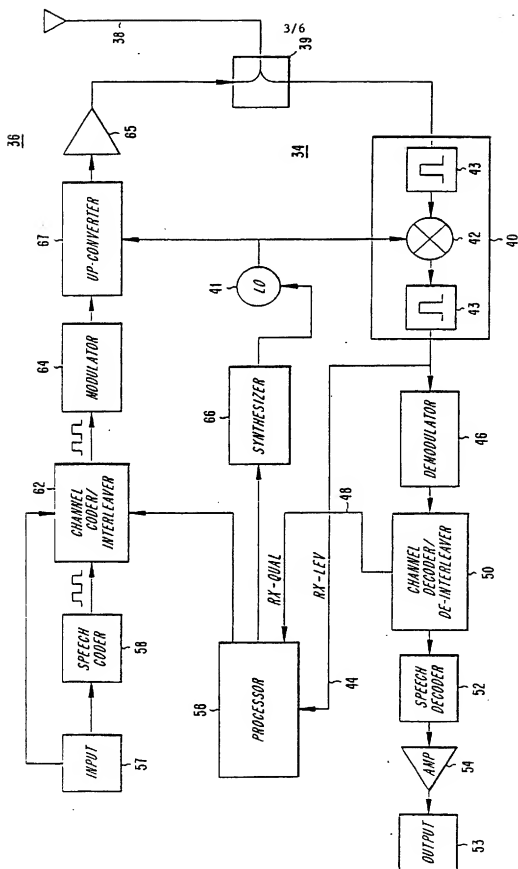
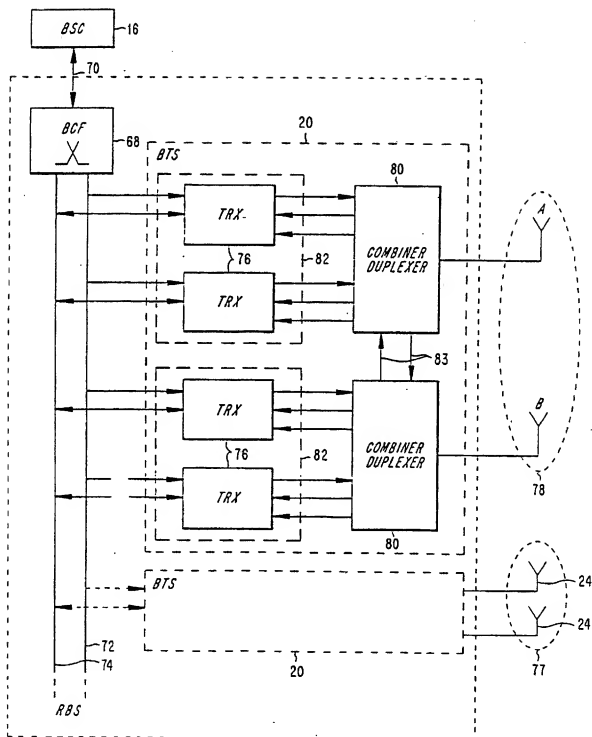


FIG. 5

4/6



22

FIG. 6

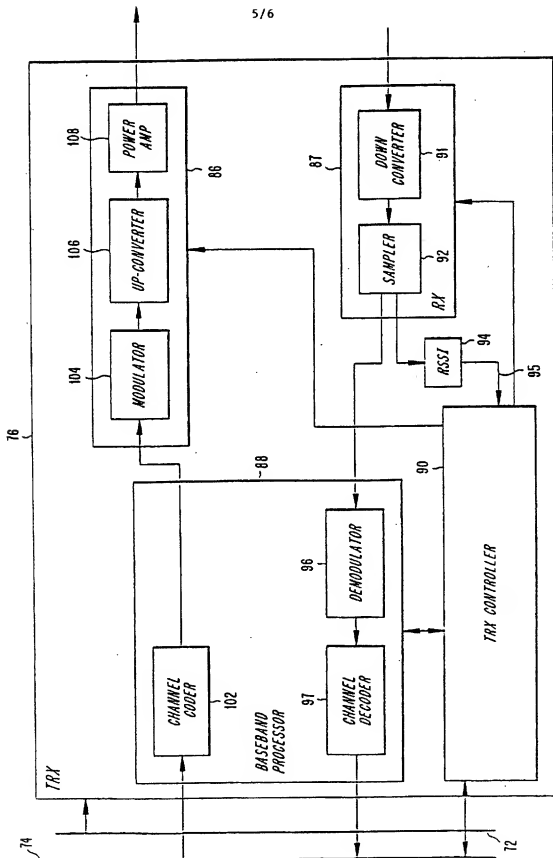


FIG. 7

6/6

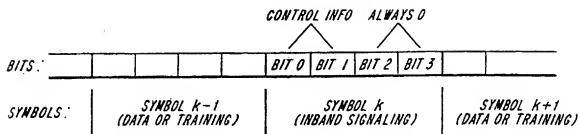


FIG. 8

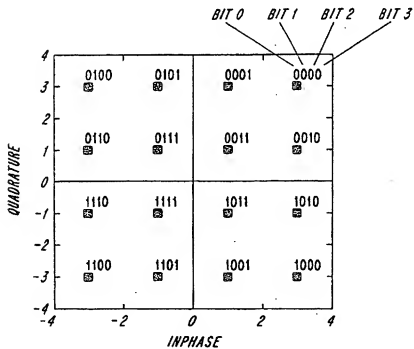


FIG. 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. J. Appl. No.  
PCT/SE 98/01540

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H04B7/26 H04L27/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H04B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ITU-T Recommendation V.32 Data Communication over the Telephone Network March 1993 - Helsinki XP002092724 see page 1, paragraph 1 - page 3, paragraph 2.4.2 see figure 1 see table 3  --- -/-	1-5, 15-19, 22-24, 27, 28, 33, 35-39

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents:**

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of making of the international search report

9 February 1999

18/02/1999

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2250 HW Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lustrini, D



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. J. Appl. Application No

PCT/SE 98/01540

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ITU-T Recommendation V.34 Data Communication over the Telephone Network September 1994 - Geneva XP002092725 see page 1, paragraph 1 - page 3, paragraph 3 see page 11, paragraph 8.3 see page 13, paragraph 9.1 see page 26, paragraph 10.1.2.3 see figure 5 ---	1,3,5, 17,22, 27,35-40
A	US 5 535 215 A (HIEATT III WILLIAM R) 9 July 1996  see abstract see column 1, line 23 - line 26 see column 2, line 63 - line 65 see column 3, line 7 - line 21 see column 5, line 53 - line 58 see column 6, line 14 - line 24 see column 8, line 10 - line 25 ---	1,5,17, 22, 34-36,40
A	JACOBSMEYER J M: "AN ADAPTIVE MODULATION SCHEME FOR BANDWIDTH-LIMITED METEOR-BURST CHANNELS" 21ST. CENTURY MILITARY COMMUNICATIONS - WHAT'S POSSIBLE ?, SAN DIEGO, OCT. 23 - 26, 1988, vol. 3, 23 October 1988, pages 933-937, XP000012361 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS see abstract see page 936, left-hand column see figure 4 ---	1-4, 15-19, 22,27, 28, 33-37,39
A	WO 92 22162 A (BRITISH TELECOMM) 10 December 1992   see abstract see page 2, line 1 - line 17 see page 5, line 15 - line 20 see page 6 see page 11, line 24 - line 39 see figure 2 ---	1-4,10, 15-18, 20-22, 27,28, 33-39, 43,44

-/-

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. J. Appl. Application No  
PCT/SE 98/01540

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 09810 A (MOTOROLA INC) 13 March 1997  see abstract see page 3, line 19 - line 34 see page 4, line 1 - line 20 see figure 2 see claim 1  ----	1, 10, 11, 20, 21, 43, 44
A	US 4 866 395 A (HOSTETTER G ROBERT) 12 September 1989 see abstract see column 2, line 67 - column 3, line 7 see figures 1A-1F see figures 3, 4A-4C see figure 9  -----	34

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/SE 98/01540

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5535215 A	09-07-1996	AU 5186696 A WO 9635274 A	21-11-1996 07-11-1996
WO 9222162 A	10-12-1992	AT 162035 T AU 656972 B AU 1772492 A CA 2110578 A DE 69223961 D DE 69223961 T EP 0587620 A ES 2112318 T JP 6507763 T SG 47627 A US 5828695 A	15-01-1998 23-02-1995 08-01-1993 10-12-1992 12-02-1998 30-07-1998 23-03-1994 01-04-1998 01-09-1994 17-04-1998 27-10-1998
WO 9709810 A	13-03-1997	EP 0847641 A	17-06-1998
US 4866395 A	12-09-1989	NONE	